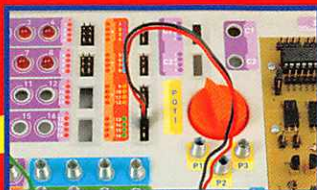
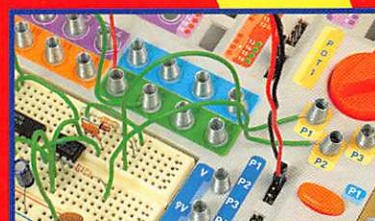
...e costruisci il tuo **LABORATORIO DIGITALE**

6,90 €

45

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41045

Peruzzo & C.

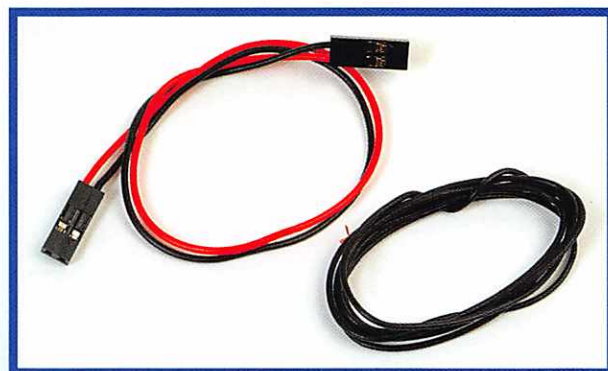
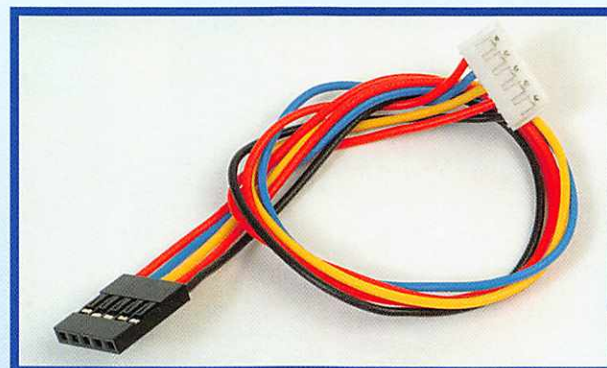
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Spezzone di filo flessibile nero
1 Cavetto a due fili con due connettori femmina a due vie

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Cavetto a cinque fili con due connettori a cinque vie

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

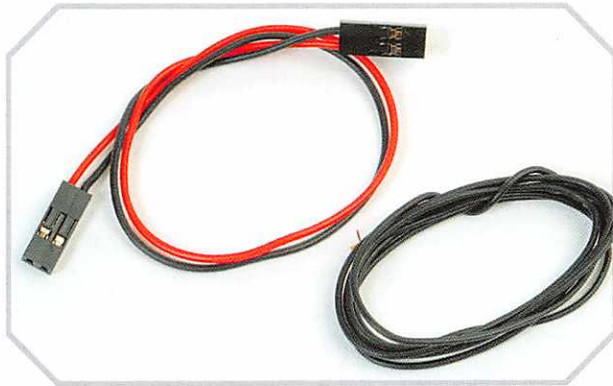
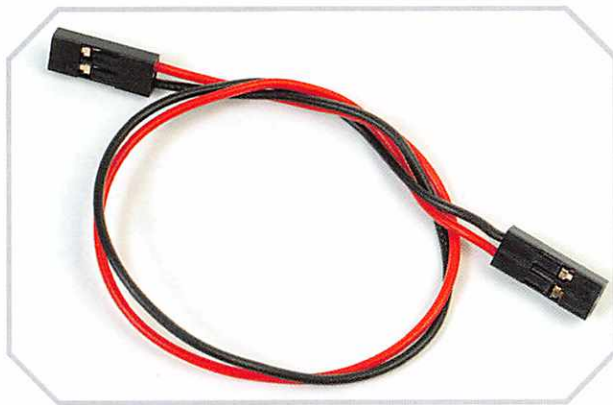
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede. **Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail:** elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

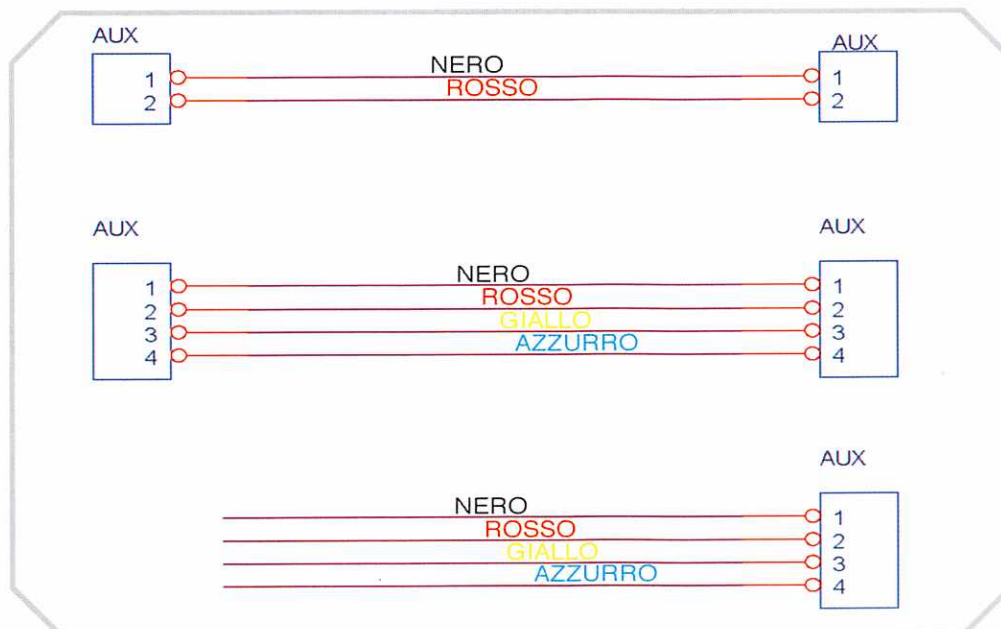
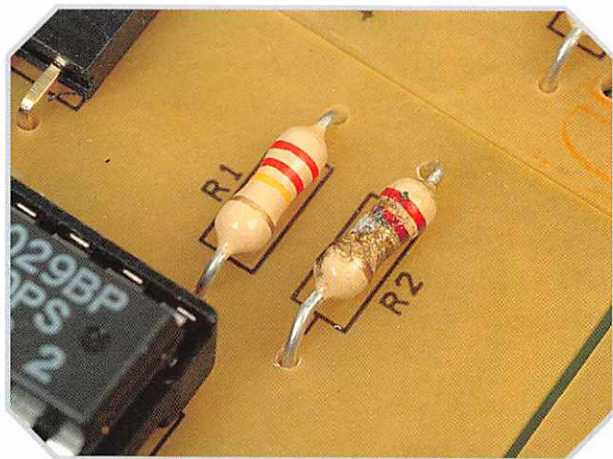
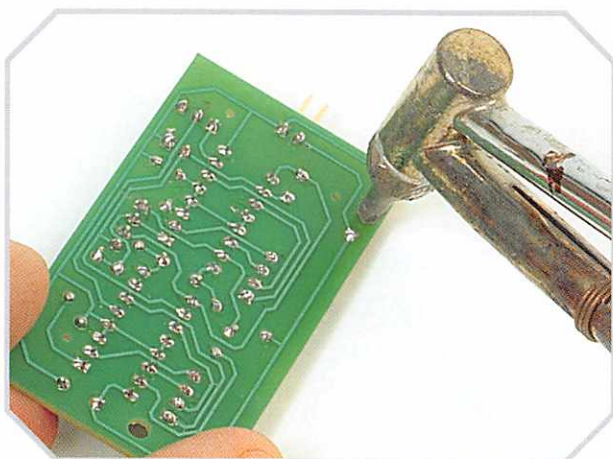
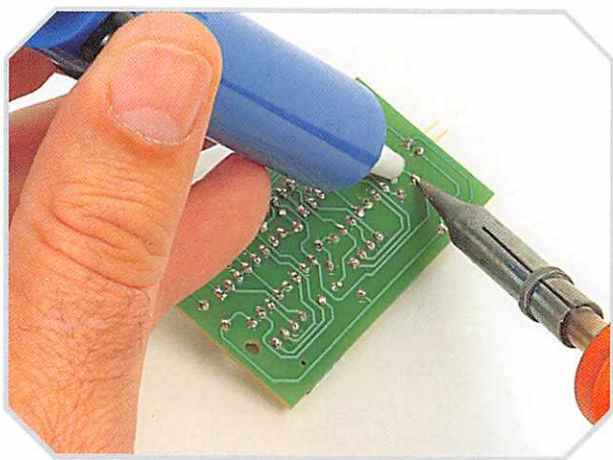
Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Manutenzione

Componenti allegati a questo fascicolo.

Cavetto a due fili.

Con questo fascicolo viene fornito un cavetto di collegamento con due connettori a due vie cadauno. Attraverso questo cavo aumentano le possibilità di realizzare collegamenti negli esperimenti. Viene anche fornito un filo nero che verrà utilizzato per i diversi collegamenti interni del pannello superiore. Si consiglia quindi di conservarlo, fino a quando non verrà descritto il suo utilizzo in modo dettagliato.

Il cavetto terminato su un connettore a due vie si può collegare anche su un connettore maschio a quattro vie, nel caso sia necessario, dato che non sempre si utilizzano i quattro collegamenti.

Manutenzione

Nonostante si lavori sempre con attenzione è possibile commettere qualche errore o distrazione, o semplicemente fallisca qualche esperimento e si produca un danno al laboratorio.

Rappresentazione dei cavetti utilizzati negli schemi.

Resistenza che è necessario sostituire.

Utensile per dissaldare applicato a un saldatore.

Pompetta di aspirazione e saldatore.

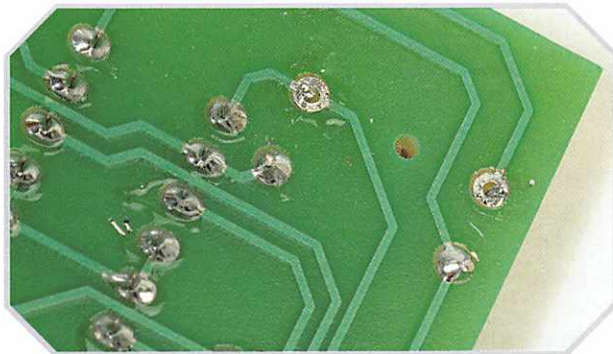
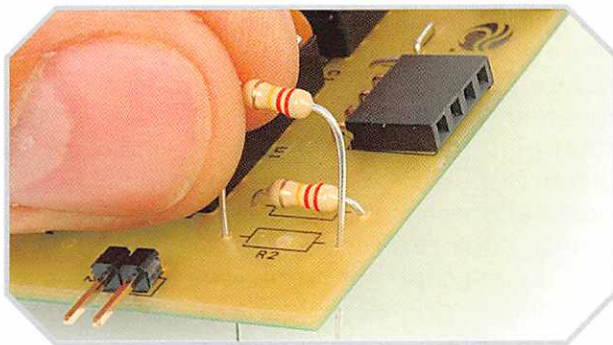
In questi casi la prima cosa da fare è togliere l'alimentazione ed esaminare il danno, dopodiché ripararlo nel miglior modo possibile, dato che bisogna continuare a lavorare con il laboratorio, senza lasciarsi intimidire da incidenti di questo tipo.

Analizzeremo ora alcuni esempi di avarie che potrebbero presentarsi durante gli esperimenti, offrendo la soluzione più veloce ed economica, in quanto la soluzione ottimale potrebbe non essere praticabile in alcuni casi, a causa della difficoltà nel reperire alcuni pezzi di ricambio oppure perché non è possibile attendere il ricambio stesso.

Sostituzione di una resistenza

In questo caso spiegheremo come sostituire una resistenza, che potrebbe essere rotta internamente, bruciata o semplicemente sbagliata. Il primo passo è togliere la resistenza danneggiando il meno possibile il circuito stampato.

L'ideale sarebbe utilizzare un dissaldatore, ne esistono di diversi modelli. I più economici sono un accessorio con punta cava che sostituisce la punta del saldatore. Dispone di un palloncino di gomma che produce un'aspirazione se viene premuto e rilasciato. In questo modo, la punta calda fonde lo stagno, e l'aspirazione provocata dal palloncino rilasciato, libera il terminale del componente; la stessa procedura va applicata all'altro terminale del componente. Naturalmente il principio di funzionamento è identico per gli altri componenti a più terminali, come ad esempio connettori o circuiti integrati. Tuttavia è necessario fare molta attenzione a non applicare per un tempo eccessivo la punta calda sulla piazzola da dissaldare, perché questo potrebbe generare il distacco della pista di rame dal circuito.

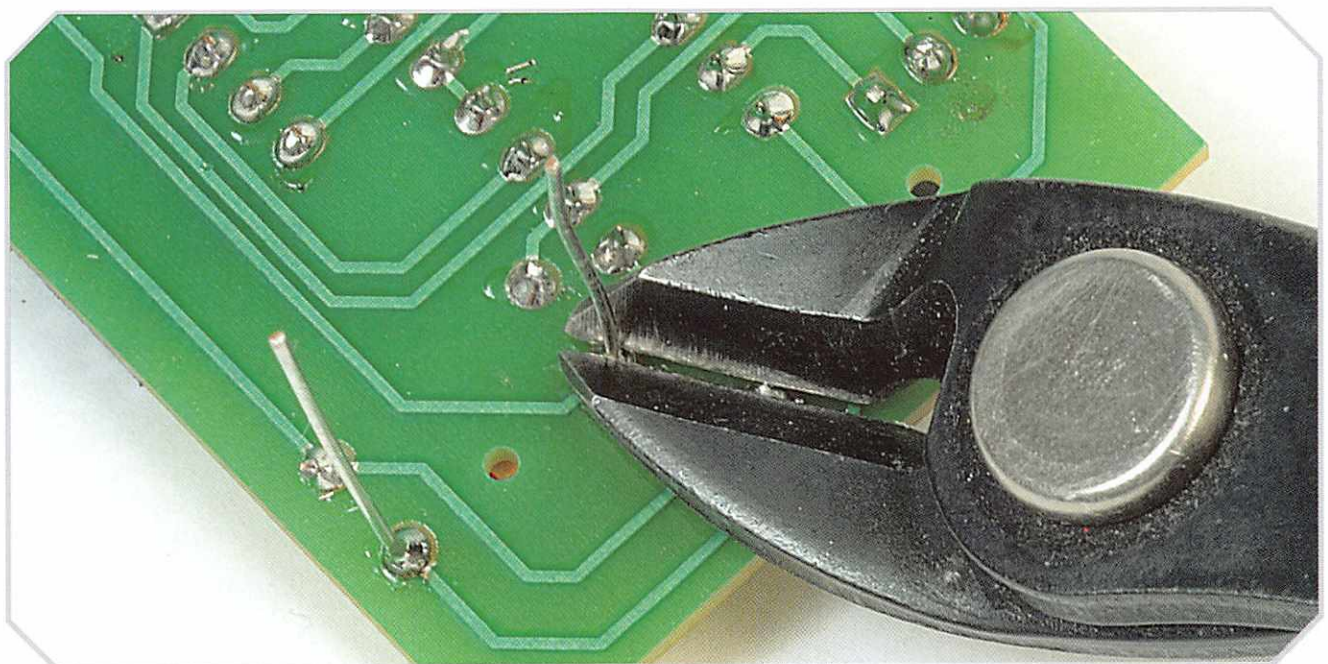
Dopo aver liberato i terminali potremo togliere il componente, in alcuni casi potrebbe essere necessario eliminare piccole rimanenze di stagno, che continuano a bloccare il componente, riscaldando un po' il terminale. Tolto il componente danneggiato si monta quello nuovo, e si salda come d'abitudine. Se la piazzola di saldatura si stacca dal supporto isolante, ma mantiene la continuità elettrica, è possibile incollarla con un adesivo, dopo che si sarà raffreddata, altrimenti sarà necessario ripristinare la continuità.

Aspetto delle piazzole dopo aver aspirato lo stagno.

Montaggio della nuova resitenza.

Dissaldatore a molla

Esiste un altro piccolo ed economico accessorio di laboratorio, che funziona anche in aspirazione ma in modo diverso, si tratta di un piccolo cilindro terminato su una punta di aspirazione sottile e forata, all'interno della quale si trova un pistoncino, che quando risale provoca il risucchio dello stagno fuso verso l'interno del cilindro.

Questo pistoncino è azionato da una molla che in posizione di riposo, è all'interno del cilindro e non aspira; quando lo si abbassa con la mano vincendo la resistenza della molla, si fissa in un piccolo ancoraggio che impedisce la risalita. Premendo il pulsante di liberazione dell'ancoraggio, la molla fa risalire velocemente il pistoncino, generando una forte aspirazione sulla punta, in modo che applicandola a una zona di stagno fuso, quest'ultimo viene aspirato. Con questa pompetta è possibile utilizzare un normale saldatore per generare la fusione dello stagno.

Piste tagliate

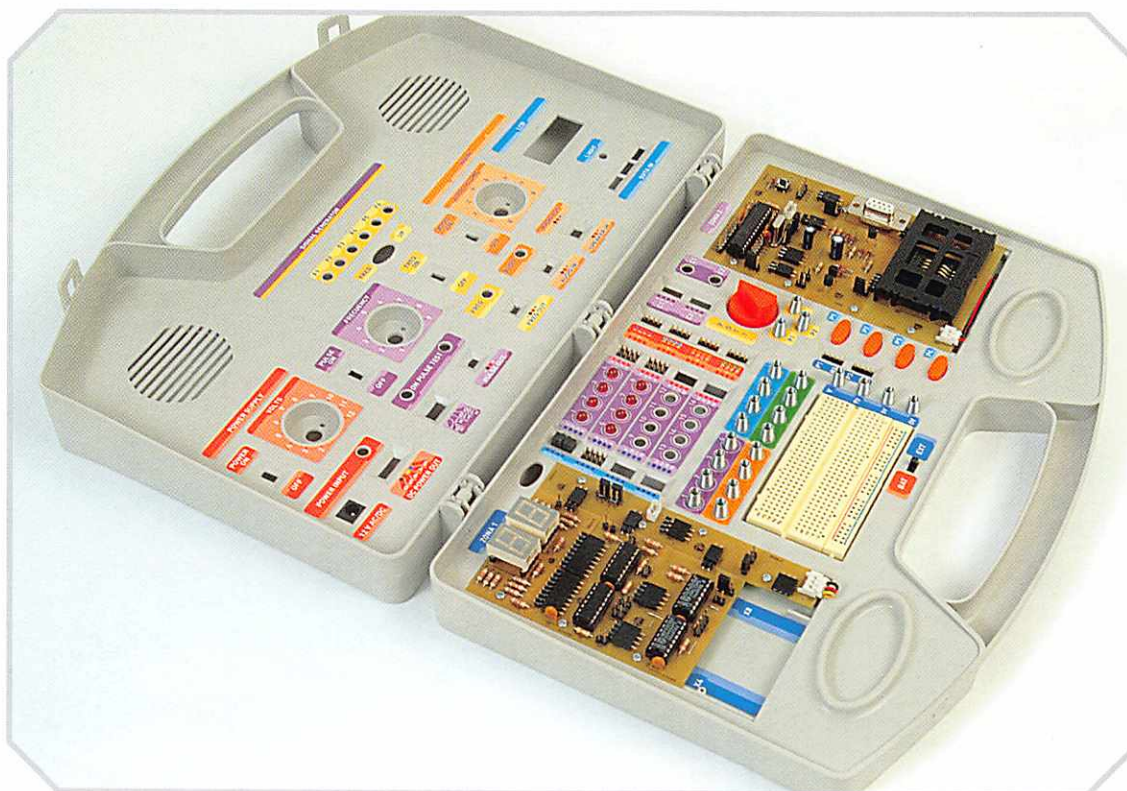
In alcuni casi si potrebbe verificare un'interruzione di una pista, per diversi motivi: a causa

Taglio dei reofori.

Circuito stampato danneggiato.

La stessa zona riparata.

di un cortocircuito, sollevamento dovuto a un eccessivo riscaldamento, a causa di un colpo subito oppure per l'esistenza di una micro-lesione creatasi accidentalmente nel processo di fabbricazione. Questo singolare tipo di danno si può verificare ad esempio per un piccolo graffio nella maschera di protezione, che lascerà una zona di rame senza protezione e si produrrà l'attacco dell'acido che taglierà la pista.

In alcuni casi questa situazione è visibile solamente con una lente d'ingrandimento.

In tutti questi imprevisti è necessario fare qualcosa per riparare la pista, e far tornare funzionante il laboratorio. La soluzione più semplice è localizzare i due nodi che bisogna unire e che sono stati isolati dal taglio, collegandoli con un pezzo di filo spelato. Se il collegamento è lungo, è possibile utilizzare del filo isolato, tranne nelle zone di saldatura. In alcuni casi è sufficiente applicare un po' di stagno nella zona rimasta isolata, ma nel caso questa zona risulti coperta da "solder resist" cioè da una cappa di protezione di colore verde isolante, prima di saldarla bisognerà pulire bene la pista.

Vista generale del laboratorio.

Le famiglie CMOS

Questo circuito rileva un impulso e attiva un monostabile, ma non accetta un altro impulso prima di un certo periodo di tempo.

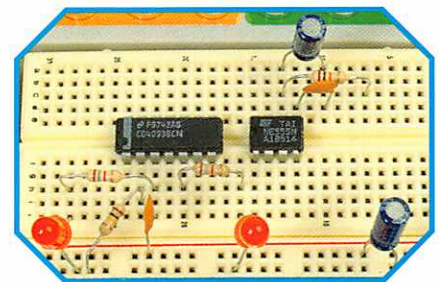
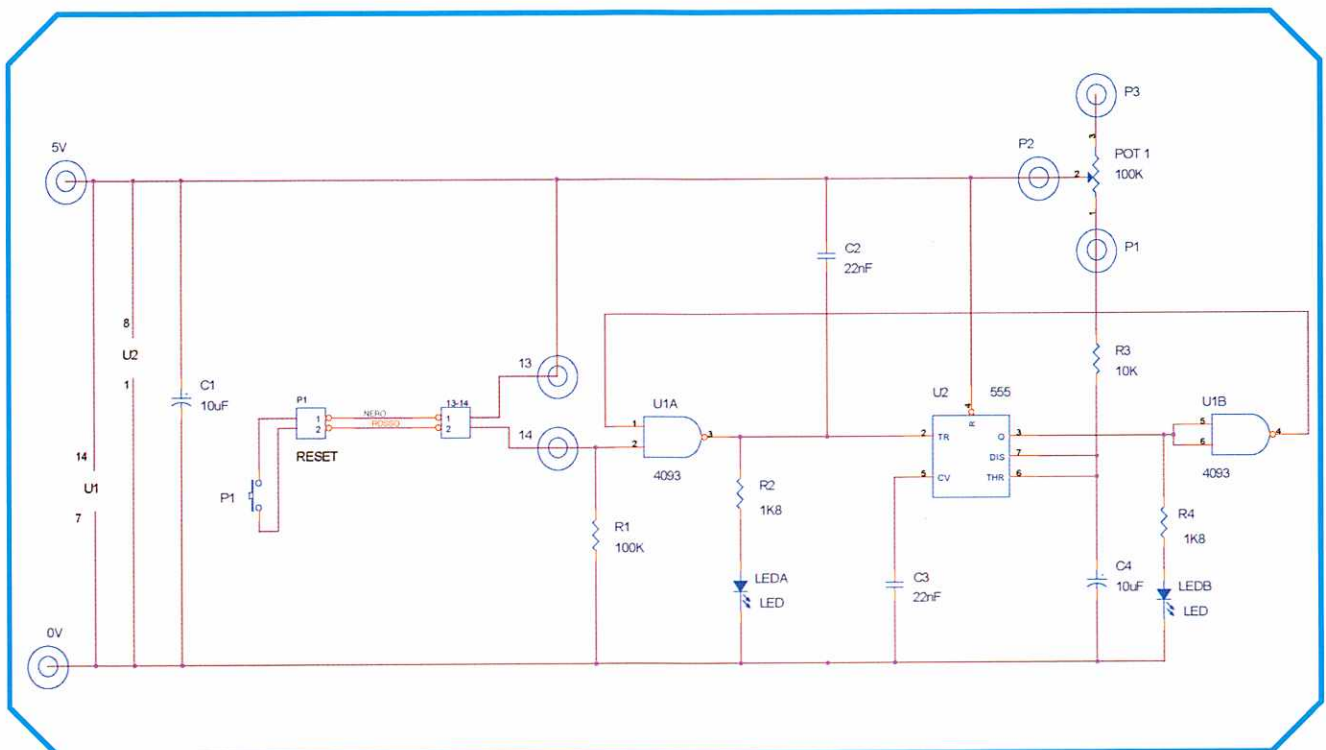
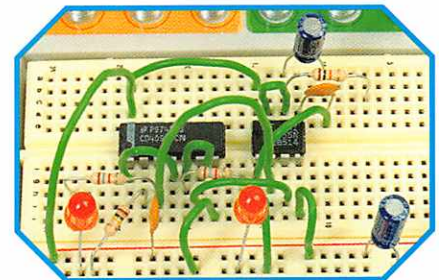
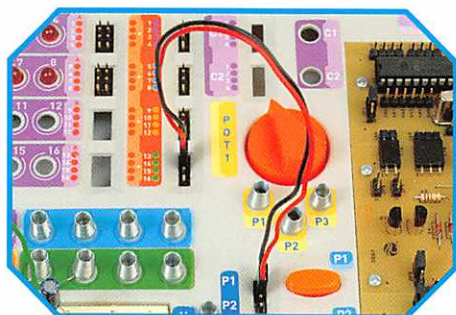
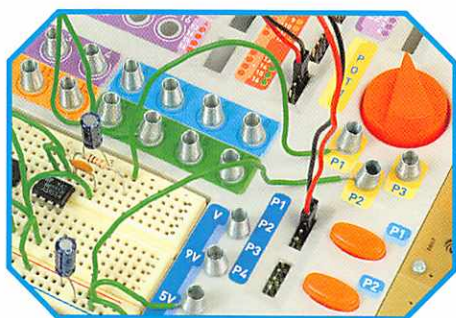
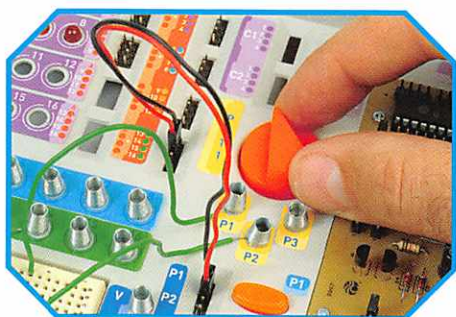
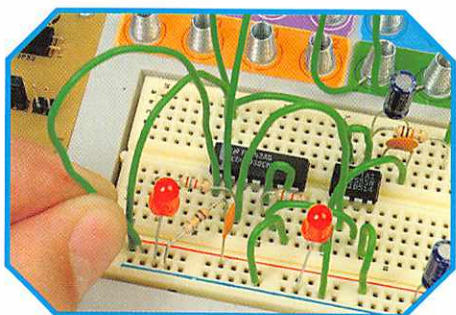
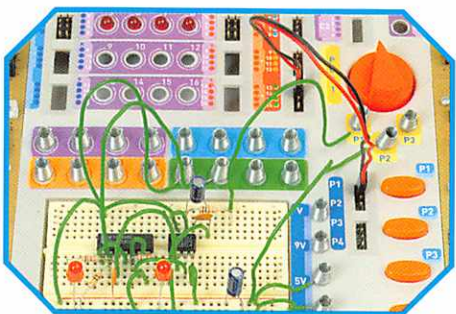
Il circuito in stato di riposo

Al centro dello schema possiamo vedere un circuito integrato 555 configurato come monostabile. La sua uscita – terminale 3 – rimane, quando è in stato di riposo, a livello basso, e in questo caso il LED B è spento.

Il terminale di attivazione del monostabile è il pin 2 del 555. È necessario porre a 0 questo terminale per produrre l'attivazione.

La porta U1A è collegata in modo che uno dei suoi ingressi sia a livello basso, tramite la resistenza R1, fino a quando non si aziona il pulsante P1. Quando questo ingresso è a livello basso, l'uscita della porta è a livello alto e il monostabile non si attiva.

L'illuminazione del LED A indica il livello logico dell'ingresso di attivazione del monostabile.

Distribuzione dei componenti.

Cablaggio della scheda Bread Board.

Schema del circuito di prova.

Pulsante di attivazione.

Si utilizzano solamente due terminali di POT1.

Con il potenziometro si regola la durata dell'impulso del monostabile.

Collegando il terminale 1 di U1A al positivo, il circuito funziona come un monostabile normale.

Esperimento completato.

Se l'uscita del monostabile è a livello basso, l'uscita della porta U1B è a livello alto e si applica a uno degli ingressi della porta U1A.

L'attivazione

Abbiamo già descritto com'è il circuito in stato di riposo, a questo punto se si aziona per un attimo il pulsante P1 si applica un 1, livello alto, all'ingresso della porta U1A; dato che l'altro ingresso si trovava già a livello alto, la sua uscita - terminale 3 - passa a livello basso e il LED A si spegne per un attimo, producendo l'attivazione del monostabile e facendo passare la sua uscita a livello alto. Questa rimarrà in questo stato per il tempo determinato dalla posizione del potenziometro POT1.

Quando l'uscita del monostabile è a livello alto, l'uscita della porta di U1B, i cui ingressi sono collegati all'uscita del monostabile, passa a livello basso e questo livello arriva alla porta U1A, terminale 1 di U1A, a questo punto l'uscita di questa porta passa a livello 1, qualunque sia il livello applicato sull'altro ingresso della porta. Pertanto è indifferente premere o meno il pulsante. In altre parole il pulsante rimane disattivato fino a quando l'uscita del monostabile non ritorna a 0.

Montaggio

Il montaggio si esegue come d'abitudine, facendo particolare attenzione alla polarità dei LED e dei condensatori elettrolitici.

L'esperimento

Dopo aver spiegato la teoria la prova risulta molto facile: si azione il pulsante, il LED A si spegne per un attimo, si illumina il LED B e fino a quando questo non si spegne, diventa inutile qualsiasi azione sul pulsante P1. Con il potenziometro si regola la durata dell'impulso.

LISTA DEI COMPONENTI	
U1	Circuito integrato 4093
U2	Circuito integrato 555
C1,C4	Condensatore 10 µF elettrolitico
C2,C3	Condensatore 22 nF
LEDA, LEDB	Diodo LED rosso

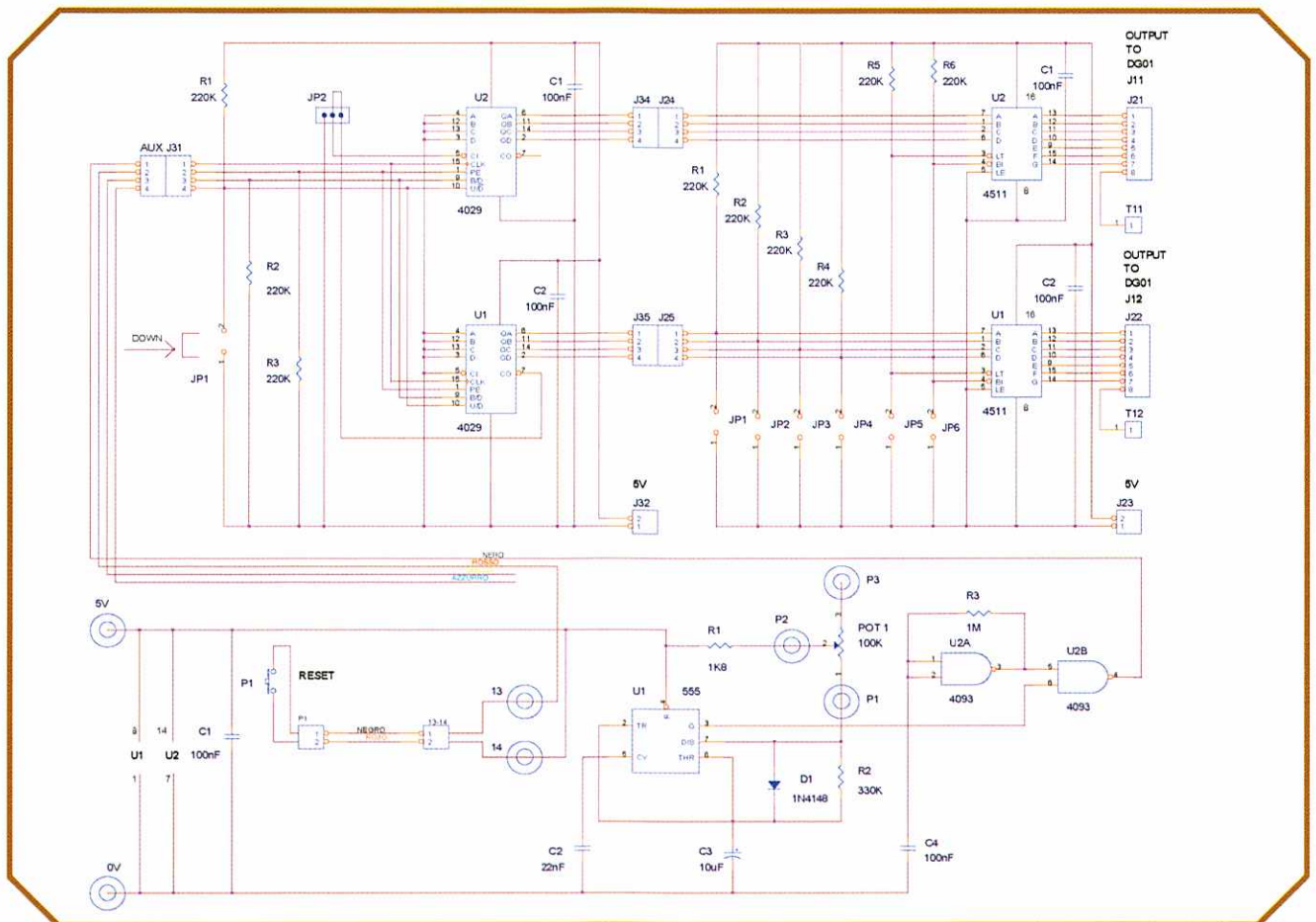
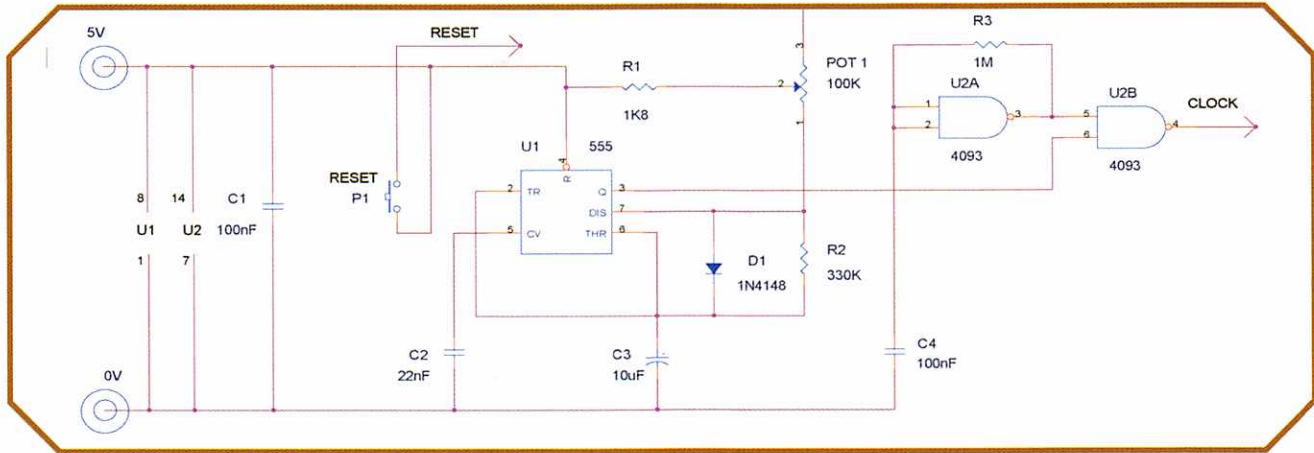
Finestra temporale

Con questo titolo diamo il nome a un circuito che permette il passaggio di un segnale per un certo periodo di tempo, e se questo segnale è alternato, conta quanti impulsi ci sono all'interno di questa "finestra temporale".

Il circuito

Osservando lo schema, vediamo rappresentato nella parte superiore il nostro contatore a due cifre. Nella parte inferiore potremo vedere che la porta U2A – resistenza R3 e oscillatore C4 – formano un oscillatore astabile che genera impulsi, i quali devono attraversare la porta U2B per arrivare all'ingresso del clock del contatore, terminale 1 del connettore J31 della scheda DG03. Questa porta lascia passare gli impulsi quando al suo ingresso, terminale 6 di U2, esiste un livello alto, più precisamente il tempo in cui questo ingresso rimane a livello alto è la "finestra temporale".

Questa finestra temporale è controllata da un altro generatore astabile, formato dal circuito integrato U1 e i suoi componenti associati. Il tempo per il quale l'uscita di questo oscillatore astabile è a livello basso è determinato dalla seguente formula:

$$T2 = 0{,}7 * R2 * C3$$

Schema elettrico del generatore della finestra temporale.

Schema semplificato del circuito.

Il tempo in cui l'uscita del segnale è a livello alto si chiama T1, e viene calcolata così :

T1 = 0,7 * (R1+P1) *C3

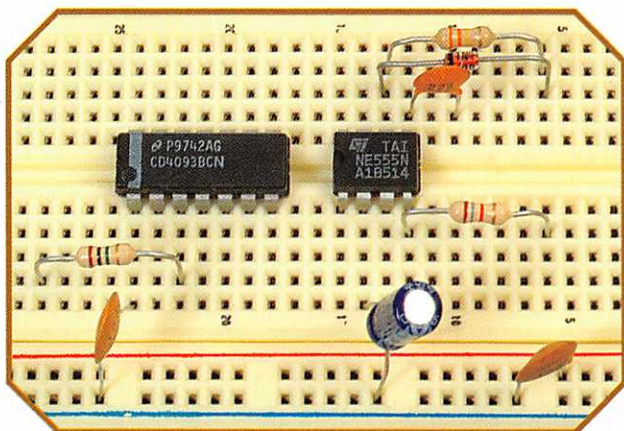
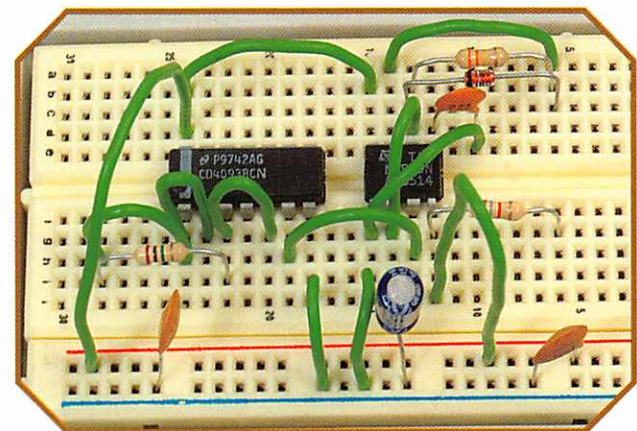
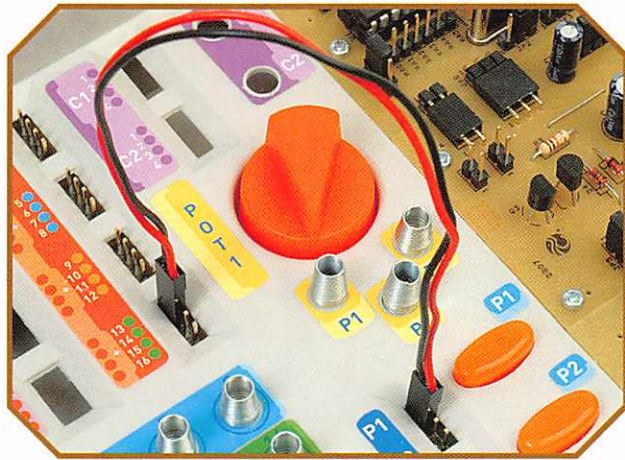
P1 è il valore fra il terminale P1 e P2 del potenziometro e si può regolare tra 0 K e 100 K.

Con il potenziometro quasi a 0, T1 è molto piccolo e passeranno solamente pochissimi impulsi dell'oscillatore verso l'ingresso del contatore, in quanto la finestra rimarrà aperta per poco tempo; T2 è più lungo per poter eseguire con maggior facilità l'esperimento. Sul display sarà possibile vedere quanti impulsi passano, dato che corrispondono alla quantità di avanzamento del contatore.

Frequenzimetro

Se aumentiamo il tempo di T1 passeranno più impulsi, perché incrementeremo il tempo della "finestra temporale". Con il pulsante P1 potremo impostare a 0 il contatore, questo ci permetterà di leggere direttamente sul display del contatore la quantità di impulsi che passano.

Se riusciremo a regolare T1 a un valore pari a un secondo, potremo leggere la quantità di impulsi che passano al secondo, cioè la frequenza. Avremo costruito così un semplice frequenzimetro.

Il tempo T2 è utilizzato solamente per separare le finestre temporali; durante questo tempo dobbiamo premere P1 per impostare a 0 il contatre.

Componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio interno della scheda.

Collegamento del pulsante P1.

Bisogna collegare i terminali P1 e P2 di POT1.

Montaggio

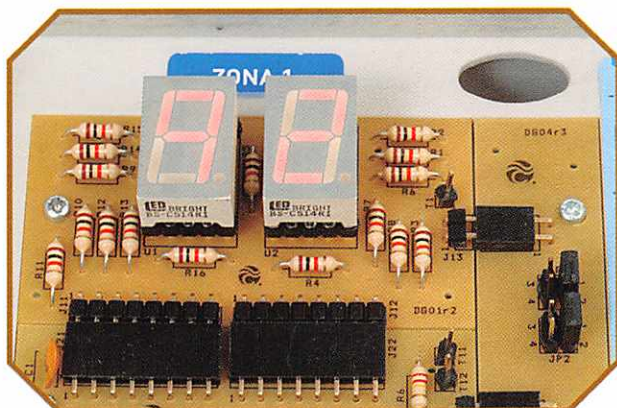
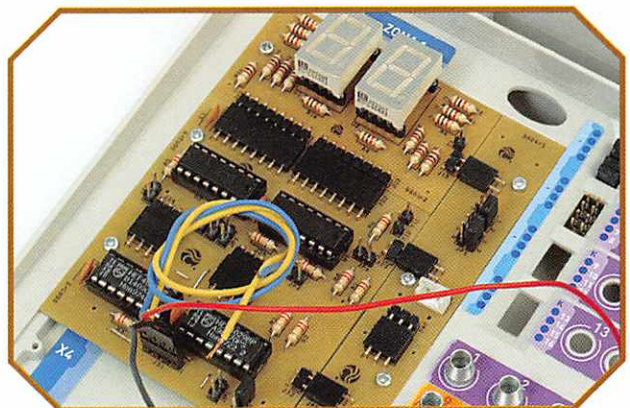
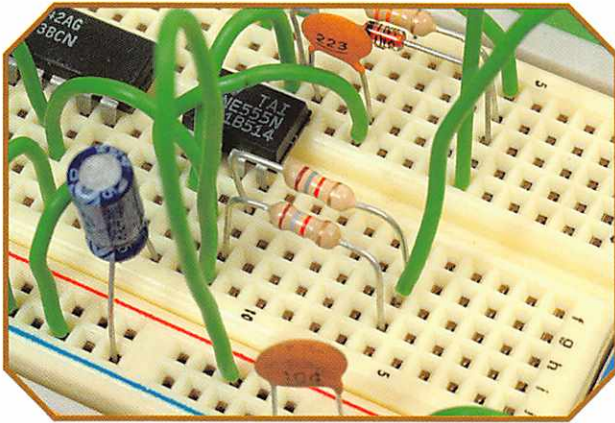
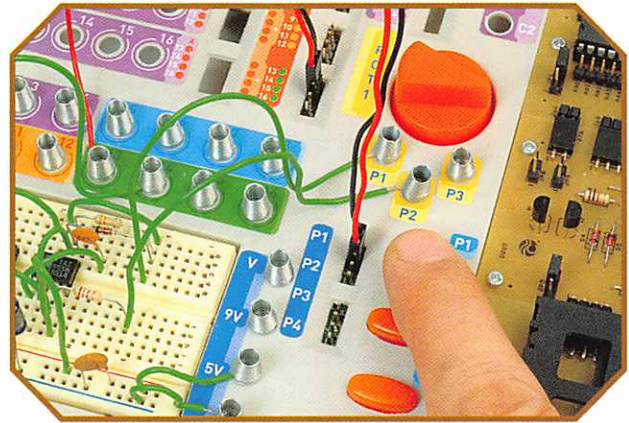
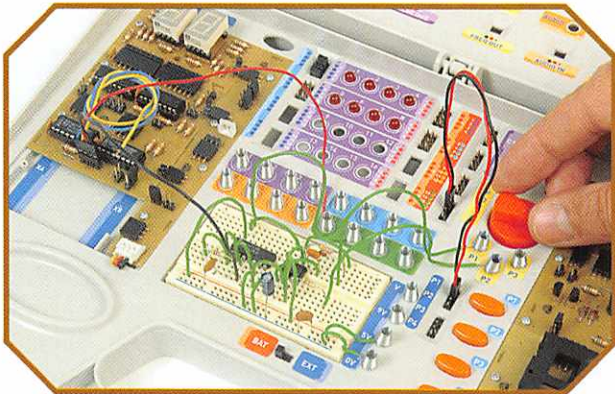
Il montaggio si esegue come d'abitudine, iniziando con il posizionamento dei componenti sulla scheda Bread Board, facendo attenzione all'orientamento dei circuiti integrati e alla polarità del diodo D1 e del condensatore elettrolitico C3.

Il pulsante P1 necessita solamente di due collegamenti, quindi è sufficiente utilizzare il cavetto a due connettori.

È necessario inoltre collegare i terminali P1 e P2 del potenziometro e le alimentazioni dei circuiti integrati. Il ponticello JP2 della scheda DG03 deve essere inserito per fare in modo che il contatore conti le decine.

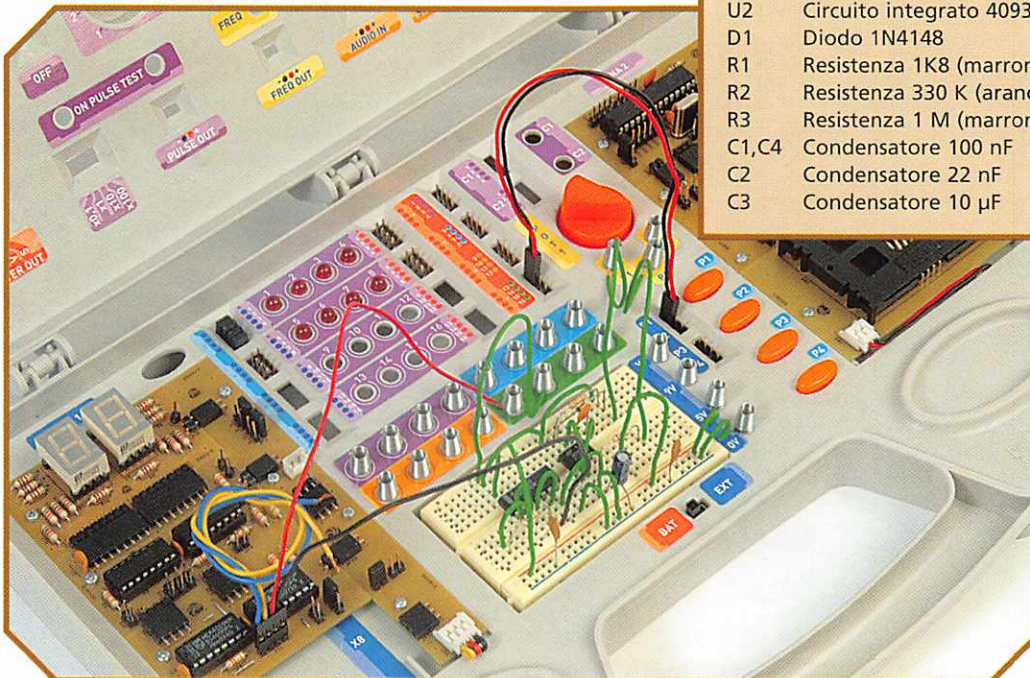
Questo circuito si può alimentare indifferentemente a 5 o 9 V, controllando che le schede del contatore siano anch'esse alimentate alla stessa tensione.

Funzionamento

Dopo aver verificato tutto il lavoro si posiziona la manopola del potenziometro POT1 all'inizio della sua corsa e si collega l'alimentazione. In questa situazione il contatore deve incrementare il suo conteggio all'incirca ogni 2 secondi, in altre parole potrebbe avanzare di 1 in 1, di 2 in 2, di 3 in 3, di 4 in 4, ecc. Nel caso in cui il contatore non avanzasse, provate a girare la manopola del potenziometro, in quanto la finestra temporale potrebbe essere troppo piccola comparata con la frequenza del generatore, in questo caso non passerebbe alcun impulso e il contatore non si muoverebbe.

Il display avanza
a ogni impulso ricevuto.

Il contatore può avanzare
di 2 in 2, di 3 in 3, di 4 in 4 di 5 in 5, ecc.

R1 si può diminuire aggiungendo un'altra resistenza di uguale valore in parallelo.

P1 imposta a 0 il contatore.

Regolazione del tempo "finestra".

Se premiamo P1 per impostare a 0 il display, possiamo vedere che il contatore incrementerà il suo conteggio per un determinato periodo di tempo, ruotando ulteriormente il comando del potenziometro aumenteremo il tempo a disposizione del contatore per il conteggio. Se riusciamo a regolare il tempo di attività del contatore a 1 secondo, potremo conoscere la frequenza del segnale generato dalla porta U2A.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 555
U2	Circuito integrato 4093
D1	Diodo 1N4148
R1	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
R2	Resistenza 330 K (arancio, arancio, giallo)
R3	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
C1,C4	Condensatore 100 nF
C2	Condensatore 22 nF
C3	Condensatore 10 µF

Vista del laboratorio con l'esperimento completato.

Il modulo USART (II)

Il modulo USART è un dispositivo specializzato nella comunicazione sincrona e asincrona che accetta tre modi di funzionamento: trasmissione seriale asincrona (full duplex bidirezionale), trasmissione seriale sincrona modo master (half duplex unidirezionale) e trasmissione seriale sincrona modo slave (half duplex unidirezionale).

Generalità

Come abbiamo già visto questo dispositivo ha la funzione di convertire l'informazione parallela, che è quella gestita dalla CPU, in informazione seriale, gestita dalle periferiche. Normalmente la CPU comunica con un bus parallelo da otto bit, e con dispositivi periferici seriali tramite una linea di trasmissione e un'altra di ricezione, come mostrato nella figura.

L'USART si può trovare come circuito integrato specifico, ad esempio USART 8251 di Intel, o può essere implementato fisicamente all'interno di un dispositivo più potente, come nel caso di alcuni microcontroller della famiglia PIC16F87X e PIC16C7X, permettendo così la trasmissione dell'informazione seriale in modo sincrono e asincrono.

Funzionamento dell'USART

Il modulo USART integrato nei PIC16F87X si può dividere in quattro blocchi:

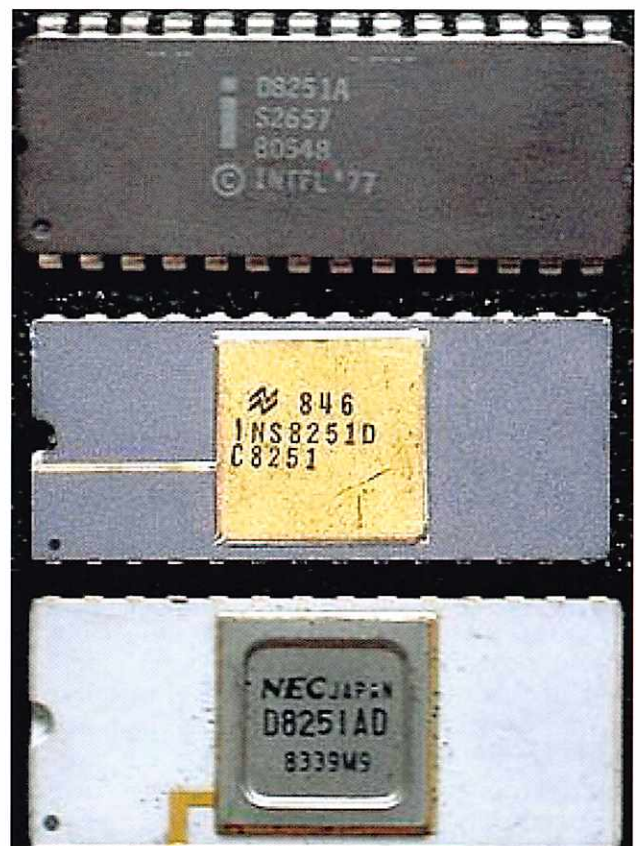
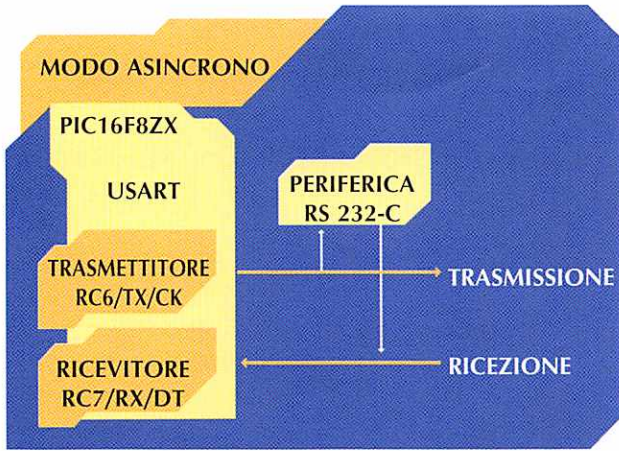
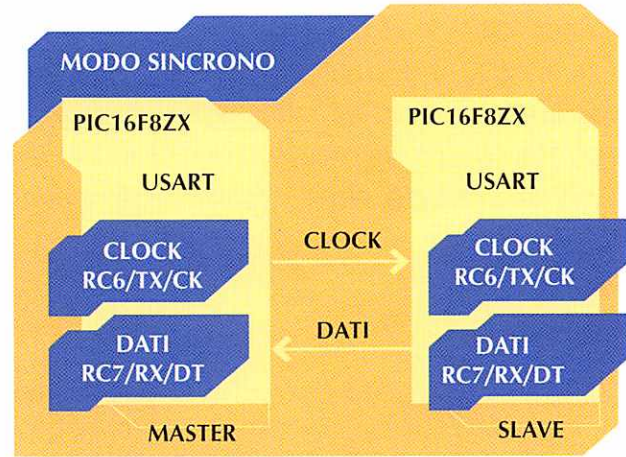
- Registro di trasmissione asincrono TXREG.
- Registro di ricezione asincrono RCREG.
- Generatore di Baud.
- Registro di spostamento TSR o RSR.

I bit ricevuti dalla linea RC7/RX passano sul registro di spostamento RSR fino a quando non è pieno.

A questo punto vengono depositati sul registro di ricezione RCREG. Quando si vuole trasmettere un byte si carica sul registro TXREG e poi sul registro di spostamento, che manda i bit uno a uno sul pin RC6/TX al ritmo degli impulsi di clock.

La frequenza del generatore di Baud dipende dal valore X caricato sul registro PSBRG e

CPU
Bus dei dati
8
USART
Trasmissione seriale
Ricezione seriale
PERIFERICA SERIALE

L'USART trasforma l'informazione seriale in parallelo e viceversa.

Diversi circuiti integrati contengono l'USART: I8251, INS8251 e UPD8251.

Implementazione della comunicazione seriale asincrona e sincrona nei PIC16F87X.

Blocchi principali del modulo USART.

dal bit BRGH del registro TXSTA. Se BRGH = 0, si lavora a bassa velocità e la costante K della formula vale 64. Quando BRGH = 1, il valore di K è uguale a 16.

$$\text{Frequenza} = \frac{\text{Fosc}}{\text{K-(X+1)}}$$

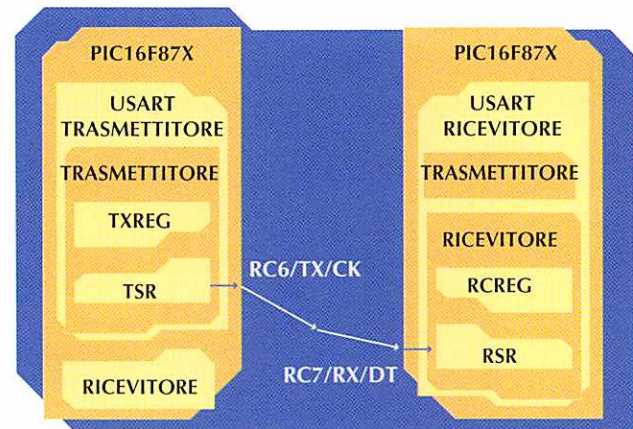
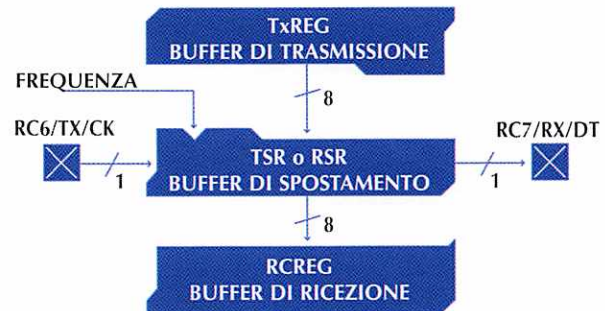
USART come trasmettitore e ricevitore asincrono

La comunicazione in questo caso è bidirezionale. La linea RC6/Tx/CK funziona come linea di trasmissione e la RC7/Rx/DT come linea di ricezione. Il dato inviato tramite il trasmettitore si deposita sul registro TXREG e successivamente viene traslato sul registro di spostamento TSR, che spedisce i bit in modo sequenziale. Inoltre, prima di spedirli, genera il bit START e, quando ha spedito tutto, il bit di STOP.

USART ricevitore, riceve i bit ed elimina il bit di START e quello di STOP, memorizzando l'informazione sul registro di spostamento RSR. Quando questo è pieno, sposta l'informazione sul registro RCREG.

I bit di controllo che sono contenuti sul registro di stato del trasmettitore TXSTA li abbiamo visti nel capitolo precedente, così come i bit del registro RCSTA che eseguono il controllo nel modo di ricezione. Mediante questi registri si controlla il funzionamento della comunicazione, stabilendo il modo di quest'ultima e le sue diverse opzioni.

USART come trasmettitore e ricevitore sincrono

Questo tipo di comunicazione è unidirezionale. Si utilizza una sola linea per i dati ed è la linea RC7/Rx/DT. Nel modo master il segnale di

Collegamenti dei PIC16F87X tramite i loro moduli USART.

TXSTA: TRANSMIT STATUS AND CONTROL REGISTER (98h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R/W-0
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	–	BRGH	TMRT	TX9D
bit7							bit0

RCSTA: RECEIVE STATUS AND CONTROL REGISTER (18h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-x
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
bit7							bit0

Registri di controllo del trasmettitore e del ricevitore nel modo SCI.

clock esce sulla linea RC6/Tx/CK, e nel modo slave entra da essa. In entrambi i modi i dati possono essere da 8 o 9 bit, ed è possibile utilizzare il nono bit come bit di parità, trasmettendolo o ricevendolo come bit 0 di RXSTA e/o RCSTA.

Il registro specifico TXSTA funziona come registro di stato e controllo del trasmettitore e RCSTA esegue la stessa funzione per il ricevitore, così come succede per il modo asincrono.

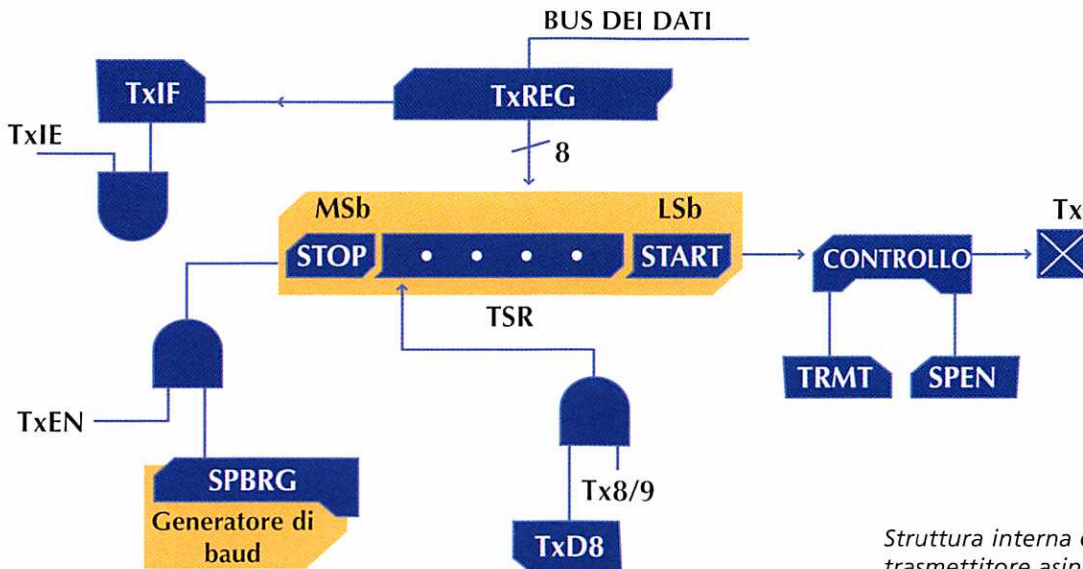
I Baud, come abbiamo visto in precedenza, vengono definiti dal valore caricato sul registro SPBRG e il bit BRGH del registro TXSTA, col quale si può stabilire la velocità della trasmissione in modo asincrono (1 = velocità alta; 0 = velocità bassa).

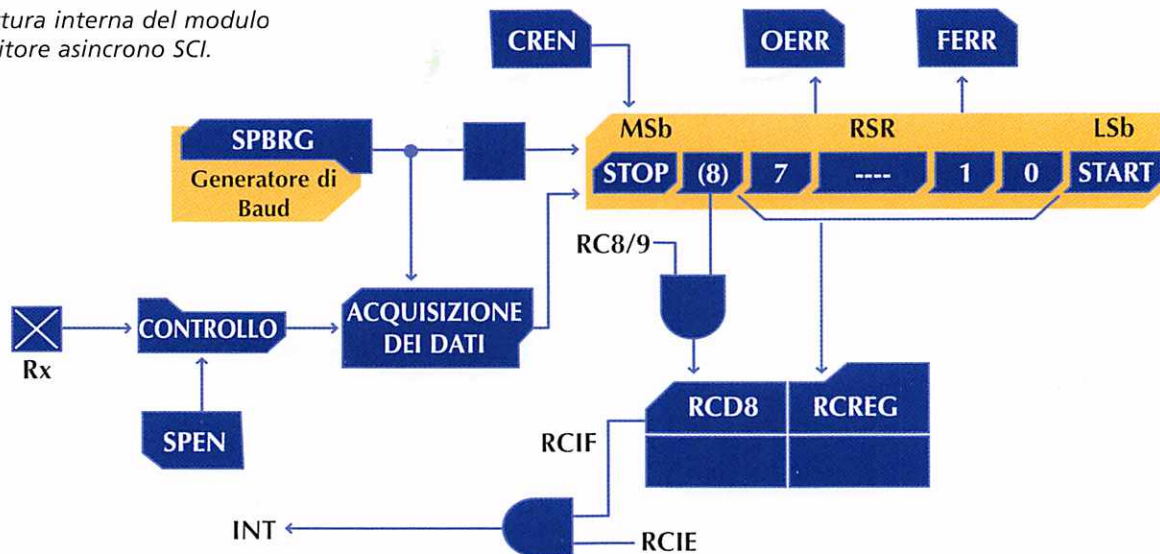
Nella figura sottostante possiamo vedere l'architettura interna del modulo trasmettitore asincrono. Mediante la programmazione dei bit del registro di controllo TXSTA e RCSTA si configura il modo lavoro. Nel fascicolo precedente abbiamo analizzato il registro e spiegato

$$BAUD = \frac{Fosc}{K \cdot (X+1)}$$

K = 4 nel modo sincrono
K = 16 nel modo asincrono ad alta velocità
K = 64 nel modo asincrono a bassa velocità
X = valore caricato nel registro SPBRG

$$BAUD = \frac{Fosc}{K \cdot BAUDI} - 1$$

Velocità della trasmissione.

Struttura interna del modulo SCI, trasmettitore asincrono.

Struttura interna del modulo ricevitore asincrono SCI.

la funzione di ognuno dei suoi bit, e ora, per capire come viene eseguita la trasmissione in questo modo, è necessario fare riferimento a quella descrizione. SPEN configura i pin RC7/Rx e RC6/Tx come linee di comunicazione seriale, attivando il trasmettitore con il bit TxEN. Il dato da trasmettere si carica su TxREG e poi si passa al registro di trasmissione TSR, quando è stato trasmesso il bit di stop del dato precedente. In questo momento si attiva il flag TxIF e, se il bit di abilitazione è attivo, si genera un interrupt. Attivando Tx9 si inserisce il nono bit memorizzato sul bit 0 di TXSTA.

Nella figura in alto è riportata l'architettura interna del modulo ricevitore asincrono, che si attiva col bit CREN. Il dato si riceve su RSR e quando si completa si passa sul registro RCREG per la sua successiva lettura, attivando il flag RCIF e, come per la trasmissione, se sono stati abilitati gli interrupt, ne verrà generato uno.

Se si attiva il bit RC9 di RCSTA il nono bit si deposita sul bit 0 di RCSTA. I bit OERR e FERR indicano rispettivamente errori di overflow e di trama.

Nel modo sincrono SCI lavora in half duplex, non potendo ricevere e trasmettere contemporaneamente. Il segnale di clock si invia al trasmettitore (master) insieme ai dati. Il funzionamento in questo modo è molto simile a quello spiegato per il modo asincrono, bisogna solamente selezionare questo modo lavoro caricando correttamente i registri di controllo TXSTA e RCSTA.

Esecuzione pratica

Quando lavoriamo con questo tipo di comunicazione dobbiamo programmare in modo adeguato i registri del nostro microcontroller. Il programmatore deve aver ben chiari i diversi tipi di comunicazione che ha a disposizione, con i quali deve o vuole lavorare e come si programma questo modo di comunicazione nel microcontroller, dato che fatto questo è il chip stesso che esegue tutto il processo di comunicazione.

Negli esercizi che realizzeremo lavoreremo con la comunicazione del PIC e capiremo facilmente quanto studiato negli ultimi capitoli.

Con la comunicazione appena vista consideriamo terminata la teoria del PIC16F870, e passiamo ad applicarla tramite gli esercizi. Il lettore potrà continuare ad approfondire le questioni spiegate o il mondo dei microcontroller attraverso la grande varietà di modelli che esistono sul mercato.

Calcolare il valore di X da caricare sul registro SPBRG se si desidera trasmettere a 9.600 Baud in modo asincrono con la frequenza di funzionamento del microcontroller a 4 MHz.

$9.600 = (4 \cdot 10^6) / [16 \cdot (X+1)] \rightarrow X = 25.04$

Se carichiamo 25 la frequenza esatta che si ottiene è:

$Baud = (4 \cdot 10^6) / [16 \cdot (25+1)] = 9615,38$ Il che suppone un errore dello 0,16%

Calcolare la soluzione lavorando in bassa velocità (K=64)

Calcolo del valore da caricare per stabilire la comunicazione a una velocità